

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-017770

(43)Date of publication of application : 17.01.1997

(51)Int.Cl.

H01L 21/3065

C23F 4/00

H01L 21/68

H05H 1/46

(21)Application number : 07-162160

(71)Applicant : SONY-CORP

(22)Date of filing : 28.06.1995

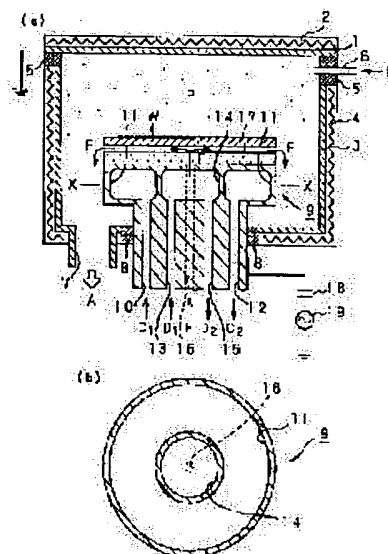
(72)Inventor : FUKUDA SEIICHI

## (54) PLASMA TREATMENT METHOD AND PLASMA APPARATUS USED FOR IT

(57)Abstract:

**PURPOSE:** To obtain a plasma treatment method in which a dry etching operation is performed to a wafer with excellent plane uniformity and with excellent reproducibility while the influence of radiant heat from a high-temperature wall at a plasma apparatus is prevented.

**CONSTITUTION:** The temperature distribution of the surface of a stage 9 which holds a wafer W is made unequal so as to be capable of offsetting the lack of uniformity of radiant heat. In order to achieve this, two systems of refrigerant flow passages 11, 14 are formed in a concentric circle shape inside the stage 9, a refrigerant at a relatively low temperature is supplied to the refrigerant flow passage 11 outside so as to be circulated, and a refrigerant at a relatively high temperature is supplied to the refrigerant flow passage 14 inside so as to be circulated. Since the peripheral edge part of the stage 9 is cooled much more in this manner, the temperature rise at the peripheral edge part of the wafer W due to radiant heat from the inner wall surface of a plasma chamber 3 is offset. That is to say, the surface temperature distribution of the wafer W is made uniform, and a uniform dry etching operation is realized.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 13.12.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 19.11.2002

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is drawing showing the example of 1 configuration of the parallel plate mold RIE system which applied this invention, and (a) drawing is an outline sectional view and (b) drawing is X-X-ray sectional view of the stage part.

[Drawing 2] It is the graph which shows the temperature distribution in the stage of this invention, and the front face of a wafer.

[Drawing 3] It is drawing showing the stage of other parallel plate mold RIE systems which applied this invention, and the example of a configuration of a temperature control gas supply system, and (a) drawing is an outline sectional view and (b) drawing is a plan.

[Drawing 4] It is the outline sectional view showing the example of a configuration of the conventional parallel plate mold RIE system.

[Drawing 5] It is the graph which shows the temperature distribution in the conventional stage and the front face of a wafer.

[Description of Notations]

1 Up Electrode

3 Plasma Chamber

6 Etching Gas Supply Line

9 Stage

11, 14, 23 Refrigerant passage

16, 25, 26 Temperature control gas supply line

17 30 Electrostatic chuck

27 28 Pressure gage

29 Temperature Control Gas Cylinder

31 Central Field of Electrostatic Chuck 30

32 Periphery Field of Electrostatic Chuck 30

31a, 32a Orifice

P Plasma

W Wafer

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the plasma equipment used for the plasma treatment approach and this which are applied to the micro-processing fields, such as a semi-conductor manufacture process, and aims at homogeneous improvement in the dry etching especially on a substrate.

[0002]

[Description of the Prior Art] While high integration of VLSI, ULSI, and a semiconductor device advances and detailed-ization of a design rule progresses, the technical demand to the dry etching which is one of the main techniques of the micro processing is also developed increasingly. This technical demand is achievement of the high selectivity over an etching mask or a furring layer, a good configuration controllability, a practical etch rate, low damage nature, low stain resistance, good homogeneity, and good repeatability. Especially, also in the above-mentioned configuration controllability, achievement of an anisotropy configuration was required of formation of a detailed circuit pattern, and RIE (reactive ion etching) came the leading role for it sure enough in the achievement. However, in RIE, since the anisotropy is secured from etching gas according to the so-called ion assistant device which promotes the chemical reaction of the active species and the etching substance which carried out dissociation generation with the collision energy of ion in the plasma, achievement of an anisotropy configuration and achievement of high selectivity are theoretically difficult to be compatible.

[0003] Then, by blocking the oblique-incidence component of the active species to this pattern using the deposit deposited on the side-attachment-wall side of the target pattern, ion incidence energy required for anisotropy processing is reduced, and the technique of attaining high selectivity by this is proposed. The film of the deposit which this technique is called side-attachment-wall protection, and is contributed to protection is called the side-attachment-wall protective coat. Generally as a deposit which forms a side-attachment-wall protective coat, the comparatively low thing of vapor pressure is used among the polymer which the chemical species which carry out a byproduction by dissociation of etching gas generate in a gaseous phase by causing a plasma polymerization, the carbon system polymer generated when the spatter product of a resist mask causes a polymerization, or an etching resultant.

[0004] However, this deposit is also the factor which degrades the repeatability and homogeneity of dry etching in one side. In manufacture of a semiconductor device in recent years, since the occupancy area per one chip is expanded by progress of high integration, in order to secure productivity, the diameter of 8 inches or the diameter substrate of macrostomia beyond it is used. In order to control quality dispersion of the chip cut down from this diameter substrate of macrostomia here and to secure the yield, it is very important to carry out control of a deposit to homogeneity over the whole inside of a substrate side. Although a plasma parameter naturally also needs to be controlled for homogeneous achievement, since an etching reaction and deposition of a deposit are the phenomena on the front face of a substrate, they serve as a parameter with important homogeneity control of substrate temperature.

[0005] Moreover, as a format of the need of performing uniform dry etching over the whole surface of this diameter substrate of macrostomia to processing, recent years' sheet processing is in use. Under such a situation, reservation of the homogeneity between substrates, i.e., repeatability, also becomes important compared with the former. In order to secure repeatability, accumulation of the deposit into the plasma chamber of a dry etching system must be controlled. It is because plasma conditions are also changed in response to the effect of this deposit, so process tolerance differs for every substrate if a deposit accumulates in a chamber whenever it processes a substrate.

[0006] Therefore, a means to control adhesion of a deposit in a plasma chamber wall in commercial equipment being provided, for example, heating a chamber wall in 50-200 degrees C about at a built-in heater is performed.

[0007] Here, the outline configuration of the conventional parallel plate mold RIE system is shown to drawing 4. This equipment in the plasma chamber 43 which receives supply of predetermined etching gas from arrow-head B through the etching gas supply line 46 while high vacuum exhaust air is carried out in the direction of arrow-head A through an exhaust hole 47. It is equipment which the stage 49 which is a lower electrode for laying Wafer W is allotted, impresses RF electric field between the up electrode 41 which serves as the top cover of this plasma chamber 43, and this stage 49 that counters this, and is made to generate Plasma P. The above-mentioned RF electric field are impressed according to the RF power source 56 connected to the leg of a stage 49 through a blocking capacitor 55. It insulates by the insulating members 45 and 48 which intervene respectively between the plasma chamber 43 and the up electrode 41 and between the plasma chamber 43 and the stage 49. Moreover, heaters 42 and 44 are respectively formed in the up electrode 41 and outer wall side of the plasma

chamber 43, and it is made as [ prevent / adhesion of the deposit generated within the plasma chamber 43 ].

[0008] The above-mentioned stage 49 has the refrigerant passage 51 in that interior so that it may correspond to low-temperature etching, it leads \*\*\*\* 50 to this refrigerant passage 51, and is an arrow head M1. \*\*\*\* 52 is led in the refrigerant supplied to the direction, and it is an arrow head M2. It collects in a direction and is made as [ make / it / circulate through the chiller which does not have this refrigerant illustrated further ]. Moreover, the electrostatic chuck 54 is allotted to the wafer installation side of a stage 49, and it has become the design which raises the cooling effectiveness by the above-mentioned refrigerant by carrying out adhesion maintenance of the wafer W on this stage 49.

[0009] Moreover, the minute space between Wafer W and a stage 49 (in drawing 4, drawn very greatly on account of explanation.) is filled up with temperature control gas, and it is made as [ raise / further / cooling effectiveness ]. It is supplied in the direction of arrow-head N from the temperature control gas supply line 53, and is emitted from the pore which carries out opening to the core of the electrostatic chuck 54, and this temperature control gas is exhausted from an exhaust hole 47, after flowing the slot minced by this electrostatic chuck 54 front face from here in the direction of arrow-head O towards the W round edge of wafers along the slot of the shape of a concentric circle, and a radial. Or opening of many minute orifices is carried out over the whole surface of the wafer installation side of the electrostatic chuck 54, and the commercial equipment of the type with which temperature control gas is emitted from here is also known.

[0010]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, even if especially the temperature of the wafer W under dry etching is not the case where low-temperature etching is assumed, it is more common than the heat-resistant temperature of the photoresist used abundantly as an etching mask in consideration of the temperature up of the substrate by chemical reaction heat or plasma radiant heat to be set up low substantially.

[0011] However, when the temperature of Wafer W is controlled as mentioned above, the wafer W under etching is the radiant heat RP from the plasma. Radiant heat RC from the plasma chamber wall heated by the elevated temperature from Wafer W while winning popularity Popularity is won. Here, it is the radiant heat RP from Plasma P. Effect is the radiant heat RC from a plasma chamber wall, although to attain to homogeneity is considered by the whole surface if this plasma P meets Wafer W and is irradiating this at all extensively. Effect changes on Wafer W according to the distance from this chamber wall. Namely, radiant heat RC from the internal surface of the plasma chamber 43 It has bigger effect to the direction of the periphery section than the core of Wafer W.

[0012] And in recent years, the semiconductor fabrication machines and equipment of the multi chamber mold which enables a series of processings are used abundantly by connecting some processing chambers which take charge of a process different, respectively in a vacuum conveyance system according to complication of a semi-conductor manufacture process, without carrying out atmospheric-air disconnection of the substrate on the way. Although it is in the inclination for each processing chamber to be miniaturized, with the equipment of this format in order to prevent enlargement of the body of equipment, the distance of the internal surface of a plasma chamber and a substrate approaches increasingly by this, and it is not avoided that the effect of the radiant heat from the above plasma chamber walls aggravates.

[0013] As conventionally shown in drawing 5 from this reason, even if it equalized stage temperature, the skin temperature of Wafer W is high towards the periphery section from a core, and had become the cause by which this increased the etch rate in the periphery section. Then, installation of diameter[ of macrostomia ]-izing of a substrate and low-temperature etching, miniaturization of a chamber, etc. cancel the heterogeneity of skin temperature distribution of the substrate resulting from various factors which ununiformity-ize the temperature distribution on the front face of a substrate, and this invention aims at offering the method of carrying out plasma treatment, such as dry etching, to homogeneity over the whole surface of a substrate, and the plasma equipment for it.

[0014]

[Means for Solving the Problem] This invention is proposed in order to attain the above-mentioned object. First, the plasma treatment approach of this invention is an approach of performing predetermined plasma treatment under existence of the uneven radiant heat in a plasma chamber to the substrate held in this plasma chamber, and equalizes skin temperature distribution of this substrate by ununiformity-izing the temperature distribution within a field of the stage holding said substrate so that the heterogeneity of said radiant heat may be offset.

[0015] Here, the uneven temperature distribution within a field of said stage can be given by supplying the refrigerant and/or hot refrigerant with which control temperature differs through two or more lines in this stage.

[0016] Or the uneven temperature distribution within a field of said stage can also be given by supplying the temperature control gas by which control pressure differs through two or more lines to the minute space between the front face of this stage, and the rear face of said substrate. In this case, it may be single although the supply system of a refrigerant and/or a hot refrigerant may be plurality. Since it is the object to change heat transfer effectiveness in the core and the periphery section of a stage, the temperature control by such temperature control gas can also use theoretically two or more kinds of temperature control gas by which heat capacities differ. However, the direction which prepares two or more supply systems of the temperature control gas of a single class, and controls the rate of flow of each system is excellent in a controllability and profitability.

[0017] In addition, the gas which does not affect dry etching fundamentally as the above-mentioned temperature control gas is used, and the gas which makes the same a part of etching gas besides rare gas, such as helium and Ar, and presentation [ at least ] can be used. moreover -- unless it participates in etching -- N<sub>2</sub> etc. -- inert gas can also be chosen suitably and can be used.

[0018] By the way, the heterogeneity of said radiant heat originates in the internal-surface temperature of said plasma chamber being higher than the skin temperature of said substrate in many cases. In such a case, equalization of the skin temperature of said substrate can be attained by giving the temperature distribution within a field which lowered the temperature of the periphery section rather than the core to said stage. Especially this technique is suitable when performing dry etching as said plasma treatment.

[0019] This is attained by lowering rather than the control temperature of the refrigerant which specifically supplies the control temperature of the refrigerant supplied to the periphery section of a stage to a core. Or if it raises rather than the control pressure of the temperature control gas which supplies the control pressure of the temperature control gas supplied to the periphery section of a stage to a core, even when the refrigerant and/or hot refrigerant of uniform temperature are supplied over the whole stage surface even if, the heat exchange in the periphery section can be promoted and this part can be low-temperature-ized.

[0020] In addition, equalization of the skin temperature of a substrate is an effective view about other plasma treatment, such as CVD and surface treatment. When performing especially CVD, the skin temperature of a substrate may be equalized as a result by carrying out temperature up of the insufficient field (namely, core of a substrate) of temperature up to reverse too many rather than cooling too many the field where temperature up is expected as mentioned above. For that purpose, it can raise relatively or the control pressure of the temperature control gas which supplies the control temperature of the refrigerant and/or hot refrigerant which are supplied to the core of a stage to a core can be lowered relatively.

[0021] On the other hand, the plasma equipment of this invention has a heating means in a wall, and is equipped with the plasma chamber for generating the plasma inside, the stage which holds a substrate within said plasma chamber, and a temperature ununiformity-ized means to make the temperature distribution within a field of said stage ununiformity-ize.

[0022] Here, said temperature ununiformity-ized means shall contain two or more heating-medium supply systems for supplying the refrigerant and/or hot refrigerant with which control temperature differs in said stage.

[0023] Or said temperature ununiformity-ized means may contain two or more gas supply systems for supplying the gas by which control pressure differs to the minute space between the front face of said stage, and the rear face of said substrate.

[0024]

[Function] In this invention, since uneven temperature distribution within a field which offset this heterogeneity on the stage holding a substrate are given in consideration of distribution of the uneven radiant heat which exists beforehand in a plasma chamber, the skin temperature of a substrate is equalized over the inside of that field as a result, and the homogeneity within a field of the plasma treatment which advances on a substrate can be raised. Especially when performing dry etching as plasma treatment, chemical reaction velocity and the rate of sedimentation of a deposit can be equalized in a field by suppressing the temperature up of the substrate periphery section under the effect of the radiant heat from the internal surface of a plasma chamber. Therefore, etching accelerating in the substrate periphery section which had become a problem conventionally in the plasma chamber of the wall surface heating mold aiming at deposit adhesion is prevented, and it becomes it is uniform and possible to perform dry etching with high repeatability.

[0025]

[Example] Hereafter, the concrete example of this invention is explained.

[0026] By example 1 this example, the parallel plate mold RIE system which prepared two refrigerant supply systems to one stage is explained, referring to drawing 1. Here, (a) drawing is the outline sectional view, and (b) drawing is X-X-ray sectional view of a stage.

[0027] This equipment impresses RF electric field between the up electrode 1 which serves as the top cover of the plasma chamber 3, and the stage 9 arranged as a lower electrode in this plasma chamber 3 so that parallel may be met at this, and generates Plasma P. While the high vacuum exhaust air of the interior is carried out in the direction of arrow-head A through an exhaust hole 7, the above-mentioned plasma chamber 3 receives supply of predetermined etching gas from arrow-head B through the etching gas supply line 6, and is controlled by the predetermined pressure. It insulates by the insulating members 5 and 8 which intervene respectively between the plasma chamber 3 and the up electrode 1 and between the plasma chamber 3 and the stage 9. Moreover, heaters 2 and 4 are respectively formed in the up electrode 1 and outer wall side of the plasma chamber 3, and it is made as [ prevent / adhesion of the deposit generated within the plasma chamber 3 ]. Moreover, the above-mentioned RF electric field are impressed according to the RF power source 19 connected to the leg of a stage 9 through a blocking capacitor 18.

[0028] The above-mentioned stage 9 has two refrigerant passage 11 and 14 in the interior so that it may correspond to low-temperature etching. Such refrigerant passage 11 and 14 is allotted in the shape of a concentric circle, as shown in the sectional view of (b) drawing, and it is made as [ give / in response to supply of the refrigerant with which control temperature differs, respectively / a stage 9 / from the chiller which is installed in the exterior of the plasma chamber 3 and which is not illustrated / the uneven temperature distribution within a field ]. Here, \*\*\*\* 10 is led and it is an arrow head C1. After the low hot-cold intermediation supplied to the direction circulates through the refrigerant passage 11, \*\*\*\* 52 is led, and it is an arrow head C2. It is collected in a direction, and \*\*\*\* 13 is led, and it is an arrow head D1. After the elevated-temperature refrigerant supplied to the direction circulates through the refrigerant passage 14, \*\*\*\* 15 is led, and it is an arrow head D2. It was made to be collected in a direction.

[0029] Moreover, the electrostatic chuck 17 is allotted to the wafer installation side of a stage 9, and it has become the design which raises the cooling effectiveness by the above-mentioned refrigerant by carrying out adhesion maintenance of the wafer W on this stage 9. Moreover, the minute space between Wafer W and a stage 9 (in drawing 1, it has exaggerated on account

of explanation.) is filled up with temperature control gas, and it is made as [ raise / further / cooling effectiveness ]. It is supplied in the direction of arrow-head E from the temperature control gas supply line 16, and is emitted from the pore which carries out opening to the core of the electrostatic chuck 17, and this temperature control gas is exhausted from an exhaust hole 7, after flowing the slot minced by this electrostatic chuck 54 front face from here in the direction of arrow-head F towards the W round edge of wafers along the slot of the shape of a concentric circle, and a radial. In the above-mentioned equipment, the radiant heat by the radiant heat from the plasma P which the whole surface of Wafer W receives in homogeneity mostly, and heater heating from the wall surface of the plasma chamber 3 which the periphery section of Wafer W receives intensively exists. However, since it is made as [ize / much more / the periphery-section of a stage 9 / by two refrigerant-supply-systems / like \*\*\*\* / low-temperature-], in the periphery section of Wafer W, the effect of the radiant heat from a wall surface is offset by low-temperature cooling of the periphery section of a stage 9, and the skin temperature of this wafer W is equalized over the inside of a field as a result.

[0030] In example 2 this example, dry etching for carrying out opening of the contact hole to a SiOx interlayer insulation film using c-C4 F8 / Ar/CO mixed gas within the parallel plate mold RIE system mentioned above in the example 1 was performed. In addition, helium gas was used as temperature control gas which uses ethanol as a refrigerant supplied to the refrigerant passage 11 and 14, and is supplied towards the rear face of Wafer W.

[0031] The etching conditions of this example are an example. c-C four F8 Flow rate 30 SCCM Ar flow rate 100 SCCM CO flow rate 100 SCCM Pressure 10 Pa RF power density (RF power source 19) 0.8 W/cm<sup>2</sup> (13.56 MHz)

Internal-surface temperature of the plasma chamber 3 Coolant temperature in the 150 \*\* refrigerant passage 11 (periphery section) Coolant temperature in 0 \*\* refrigerant passage 14 (core) 5 \*\* helium supply pressure 1000 It was referred to as Pa.

[0032] The relation between the stage temperature attained at this process and the skin temperature of Wafer W is shown in drawing 2. Here, although adhesion of the deposit of a fluorocarbon system is prevented by heating the internal surface of the plasma chamber 3 at 150 degrees C, in order to prevent the temperature up of the periphery section of the wafer W by the radiant heat from this internal surface, this part is made low temperature by the low hot-cold intermediation which circulates through the inside of the refrigerant passage 11 compared with the core. The temperature up by the radiant heat from a wall surface was offset by this low-temperature cooling, and the skin temperature of Wafer W was equalized over the inside of a field. For this reason, the above-mentioned dry etching could be carried out with a very sufficient precision to homogeneity, and, as a result, was also able to stop the amount of over etching to the minimum.

[0033] Example 3 this example explains the parallel plate mold RIE system which prepared two temperature control gas supply systems. However, about the plasma chamber 3 and its related member, since it is common, explanation is abbreviated to an example 1, and it explains, referring to drawing 3 about a stage and a temperature control gas supply system. (a) Drawing is an outline sectional view of a stage and (b) drawing is the plan.

[0034] This stage 21 has the refrigerant passage 23 of a single system in that interior so that it may correspond to low-temperature etching. This refrigerant passage 23 leads \*\*\*\* 22 from the chiller which is not illustrated, and is an arrow head G1. Supply of a refrigerant is received in a direction, \*\*\*\* 24 is led, and it is an arrow head G2. These is collected in a direction. Moreover, the electrostatic chuck 30 is allotted to the wafer installation side of a stage 21, and it has become the design which raises the cooling effectiveness by the above-mentioned refrigerant by carrying out adhesion maintenance of the wafer W on this stage 21.

[0035] Furthermore, it is made as [ fill / with the temperature control gas by which control pressure differs through two temperature control gas supply systems / the minute space between Wafer W and a stage 21 (in drawing 3, it has exaggerated on account of explanation.) ]. namely, a group which carries out opening to the central field 31 although opening of many orifices 31a and 32a is carried out to the wafer installation side of the electrostatic chuck 30 -- a group which orifice 31a emits the temperature control gas supplied from arrow-head J through the temperature control gas supply line 25, and carries out opening to the periphery field 32 -- orifice 32a is made as [ emit / the temperature control gas supplied from arrow-head H through the temperature control gas supply line 26 ]. The temperature control gas emitted from each orifices 31a and 32a flows toward the direction of a periphery of Wafer W, as shown by the arrow head K.

[0036] In addition, what is necessary is just to perform temperature control gas supply of the direction of arrow-head H from one suitable place, in making the outside temperature control gas supply line 26 in a circle. Moreover, electrostatic chuck 30 body is used, for example, porosity ceramics is constituted, and you may make it make temperature control gas emit from the pore instead of carrying out opening of many orifices. However, the device of not mixing mutually the gas which flows two temperature control gas supply systems is required by constituting the central field 31 and the periphery field 32 from an independent ceramics block respectively, and making a barrier suitable among both blocks intervene in this case.

[0037] Here, the approach of making independent thoroughly passage reached [ from each source of temperature control gas supply ] to the temperature control gas supply lines 25 and 26 as an approach of making the control pressure of the temperature control gas supplied to the temperature control gas supply lines 25 and 26 differing mutually, or the approach of connecting to the temperature control gas supply lines 25 and 26 the passage suitably branched from the common source of temperature control gas supply, respectively can be considered. The temperature control gas supply system shown in drawing 3 is based on the latter approach. That is, after the temperature control gas supplied from the temperature control gas cylinder 29 is controlled by the pressure gages 27 and 28 with which the set points connected to juxtaposition in the middle of passage differ by the predetermined pressure, respectively, it is introduced respectively to the temperature control gas supply lines 25 and 26. The capacity mold manometer was used as the above-mentioned pressure gages 27 and 28. In this example, the control pressure in the outside temperature control gas supply line 26 was set up highly relatively.

[0038] In the parallel plate mold RIE system which allotted this stage 21, by making control pressure of the temperature control gas in the periphery field 32 into size, the rate of flow of the temperature control gas in this field increases, and heat exchange is promoted. Therefore, in the wafer W held on this stage 21, the effect of the superfluous radiant heat done to the periphery section is offset by the low-temperature cooling effect by acceleration of heat exchange, and the skin temperature of this wafer W is equalized over the inside of a field as a result.

[0039] In example 4 this example, dry etching for carrying out opening of the contact hole to a SiO<sub>x</sub> interlayer insulation film using c-C<sub>4</sub>F<sub>8</sub> / Ar/CO mixed gas within the parallel plate mold RIE system mentioned above in the example 3 was performed. In addition, helium gas was used as temperature control gas supplied to the temperature control gas supply lines 25 and 26, and ethanol was used as a refrigerant supplied to the refrigerant passage 23.

[0040] The etching conditions of this example are an example. c-C four F8 Flow rate 30 SCCM Ar flow rate 100 SCCM CO flow rate 100 SCCM Pressure 10 Pa RF power density (RF power source 19) 0.8 W/cm<sup>2</sup> (13.56 MHz)

Internal-surface temperature of the plasma chamber 3 helium supply pressure of the 150 \*\* core field 31 500 Pa helium supply pressure of the periphery field 32 1000 Pa Coolant temperature in the refrigerant passage 23 It considered as 0 \*\*.

[0041] Also in this example, stopping the amount of over etching to the minimum, it was very highly precise and dry etching which is excellent in repeatability was able to be performed.

[0042] As mentioned above, although this invention was explained based on the example of four examples, this invention is not limited to these examples at all. For example, although the parallel plate mold RIE system was taken up as a format of a dry etching system in the above-mentioned example, this may be a magnetron RIE system, an owner magnetic field microwave plasma etching system, a helicon wave plasma etching system, or an inductively-coupled-plasma etching system. In addition, it can change suitably also about the details of the configuration of a dry etching system, dry etching conditions, the class of etched layer, the class of refrigerant, and the class of temperature control gas.

[0043]

[Effect of the Invention] Even if it will be the case where low-temperature etching is performed, heating the internal surface of a plasma chamber in order to control adhesion of a deposit, for example if this invention is applied so that clearly also from the above explanation, it becomes possible to attain advanced homogeneity and repeatability. This means that the temperature gradient of a substrate and a plasma chamber internal surface can be greatly set up if it puts in another way, and it leads to expanding the degree of freedom and process margin of particle management. This invention contributes to detailed-izing of a semiconductor device, high integration, a raise in reliance, and the improvement in the manufacture yield greatly through high-degree-of-accuracy-izing of plasma treatment.

---

[Translation done.]

PAT-NO: JP409017770A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 09017770 A

TITLE: PLASMA TREATMENT METHOD AND PLASMA  
APPARATUS USED FOR IT

PUBN-DATE: January 17, 1997

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

FUKUDA, SEIICHI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

SONY CORP

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP07162160

APPL-DATE: June 28, 1995

INT-CL (IPC): H01L021/3065, C23F004/00 , H01L021/68 , H05H001/46

ABSTRACT:

PURPOSE: To obtain a plasma treatment method in which a dry etching operation is performed to a wafer with excellent plane uniformity and with excellent reproducibility while the influence of radiant heat from a high-temperature wall at a plasma apparatus is prevented.

CONSTITUTION: The temperature distribution of the surface of a stage 9 which holds a wafer W is made unequal so as to be capable of offsetting the lack of uniformity of radiant heat. In order to achieve this, two systems of refrigerant flow passages 11, 14 are formed in a concentric circle shape inside the stage 9, a refrigerant at a relatively low temperature is supplied to the refrigerant flow passage 11 outside so as to be circulated, and a refrigerant



at a relatively high temperature is supplied to the refrigerant flow passage 14 inside so as to be circulated. Since the peripheral edge part of the stage 9 is cooled much more in this manner, the temperature rise at the peripheral edge part of the wafer W due to radiant heat from the inner wall surface of a plasma chamber 3 is offset. That is to say, the surface temperature distribution of the wafer W is made uniform, and a uniform dry etching operation is realized.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-17770

(43)公開日 平成9年(1997)1月17日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/3065			H 0 1 L 21/302	C
C 2 3 F 4/00			C 2 3 F 4/00	A
H 0 1 L 21/68			H 0 1 L 21/68	R
H 0 5 H 1/46		9216-2G	H 0 5 H 1/46	M
			H 0 1 L 21/302	F
審査請求 未請求 請求項の数8 O L (全 8 頁)				

(21)出願番号 特願平7-162160

(22)出願日 平成7年(1995)6月28日

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 福田 誠一

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

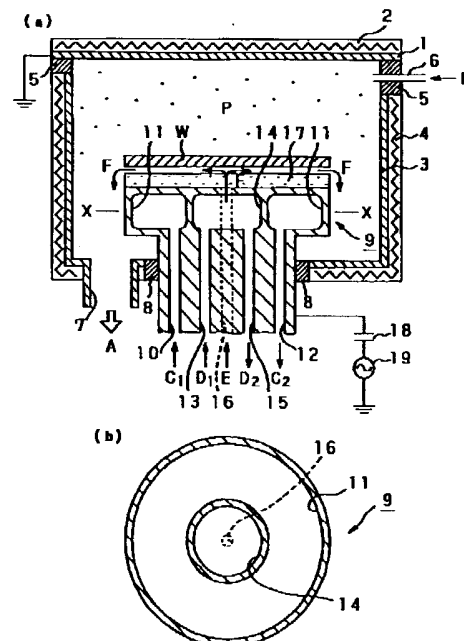
(74)代理人 弁理士 小池 晃 (外2名)

(54)【発明の名称】 プラズマ処理方法およびこれに用いるプラズマ装置

## (57)【要約】

【目的】 プラズマ装置の高温チャンバ壁からの輻射熱の影響を回避しながら、ウェハ上で面内均一性と再現性に優れたドライエッチングを行う。

【構成】 ウェハWを保持するステージ9の面内温度分布を、輻射熱の不均一性を相殺できるように不均一化する。そのために、ステージ9の内部に2系統の冷媒流路11、14を同心円状に設け、外側の冷媒流路11には相対的に低温の冷媒、内側の冷媒流路14には相対的に高温の冷媒を供給し循環させる。このようにステージ9の周縁部が一段と冷却されることで、プラズマ・チャンバ3の内壁面からの輻射熱によるウェハWの周縁部の昇温が相殺される。すなわち、ウェハWの表面温度分布が均一化され、均一なドライエッチングが実現する。



本発明を適用した平行平板型R I E装置（実施例1）

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 プラズマ・チャンバ内の不均一な輻射熱の存在下で、該プラズマ・チャンバ内に保持される基板に対して所定のプラズマ処理を行うプラズマ処理方法において、

前記基板を保持するステージの面内温度分布を前記輻射熱の不均一性を相殺することく不均一化することにより、該基板の表面温度分布を均一化するプラズマ処理方法。

【請求項2】 前記ステージの不均一な面内温度分布は、該ステージ内に複数系統を介して制御温度の異なる冷媒および／または温媒を供給することにより付与する請求項1記載のプラズマ処理方法。

【請求項3】 前記ステージの不均一な面内温度分布は、該ステージの表面と前記基板の裏面との間の微小空間に複数系統を介して制御圧力の異なる温調ガスを供給することにより付与する請求項1記載のプラズマ処理方法。

【請求項4】 前記輻射熱の不均一性が前記基板の表面温度よりも前記プラズマ・チャンバの内壁面温度が高い

ことに起因する場合に、前記ステージに対してその中心部よりも周縁部の温度を下げた面内温度分布を付与することにより、該基板の表面温度の均一化を達成する請求項1記載のプラズマ処理方法。

【請求項5】 前記プラズマ処理としてドライエッチングを行う請求項1記載のプラズマ処理方法。

【請求項6】 壁部に加熱手段を有し、内部でプラズマを発生させるためのプラズマ・チャンバと、前記プラズマ・チャンバ内で基板を保持するステージと、前記ステージの面内温度分布を不均一化させる温度不均一化手段とを備えるプラズマ装置。

【請求項7】 前記温度不均一化手段は、前記ステージ内に制御温度の異なる冷媒および／または温媒を供給するための複数の伝熱媒体供給系統を含む請求項6記載のプラズマ装置。

【請求項8】 前記温度不均一化手段は、前記ステージの表面と前記基板の裏面との間の微小空間に制御圧力の異なるガスを供給するための複数のガス供給系統を含む請求項6記載のプラズマ装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、半導体製造プロセス等の微細加工分野に適用されるプラズマ処理方法およびこれに用いるプラズマ装置に関し、特に基板上におけるドライエッチングの均一性の向上を図るものである。

## 【0002】

【従来の技術】VLSI、ULSIと半導体デバイスの高集積化が進行しデザイン・ルールの微細化が進展する中、その微細加工の主要技術のひとつであるドライエッ

チングに対する技術的要求もますます高度化している。この技術的要求とは、エッチング・マスクや下地材料層に対する高選択性、良好な形状制御性、実用的なエッチング速度、低ダメージ性、低汚染性、良好な均一性、良好な再現性の達成である。特に、微細回路パターン形成には上記形状制御性の中でも異方性形状の達成が要求され、RIE（反応性イオン・エッチング）がその達成において主導的な役割を果たしてきた。しかしRIEでは、プラズマ中でエッチングガスから解離生成した活性種と被エッチング物との化学反応をイオンの衝突エネルギーで促進する、いわゆるイオン・アシスト機構にしたがって異方性を確保しているため、異方性形状の達成と高選択性の達成とが原理的に両立困難となっている。

【0003】そこで、目的とするパターンの側壁面に堆積する堆積物を利用して該パターンに対する活性種の斜め入射成分をブロックすることにより、異方性加工に必要なイオン入射エネルギーを低下させ、これにより高選択性を達成しようとする手法が提案されている。この手法は側壁保護と呼ばれており、また保護に寄与する堆積物の膜は側壁保護膜と呼ばれている。側壁保護膜を形成する堆積物としては一般に、エッチング・ガスの解離により副生する化学種がプラズマ重合を起こすことにより気相中に発生するポリマー、レジスト・マスクのスパッタ生成物が重合を起こすことにより発生する炭素系ポリマー、あるいはエッチング反応生成物のうち蒸気圧の比較的低いものが利用される。

【0004】ただしこの堆積物は、一方でドライエッチングの再現性や均一性を劣化させる要因でもある。近年の半導体デバイスの製造では、高集積化の進展により1チップ当たりの占有面積が拡大していることから、生産性を確保するために直径8インチもしくはそれ以上の大口径基板が用いられる。ここで、かかる大口径基板から切り出されるチップの品質ばらつきを抑制し、歩留まりを確保するためには、堆積物の制御を基板面内の全体にわたって均一に行うことが極めて重要である。均一性達成のためには、プラズマ・パラメータの制御も当然必要であるが、エッチング反応や堆積物の堆積は基板表面の現象であるから、基板温度の均一制御が重要なパラメータとなる。

【0005】また、かかる大口径基板の全面にわたって均一なドライエッチングを施す必要から、処理の形式としては枚葉処理が近年の主流となっている。このような状況下では、基板間における均一性、すなわち再現性の確保も従来に増して重要となる。再現性を確保するためには、ドライエッチング装置のプラズマ・チャンバ内への堆積物の累積を抑制しなければならない。なぜならば、基板を加工する度に堆積物がチャンバ内に累積すると、この堆積物の影響を受けてプラズマ条件も変動するため、基板ごとに加工精度が異なってしまうからである。

【0006】したがって、市販装置においてはプラズマ・チャンバ内壁への堆積物の付着を抑制する手段が講じられており、たとえば内蔵ヒータによりチャンバ壁をおよそ50〜200℃の範囲で加熱することが行われている。

【0007】ここで、図4に従来の平行平板型RIE装置の概略構成を示す。この装置は、排気孔47を通じて矢印A方向に高真空排気される一方でエッチング・ガス供給管46を通じて矢印B方向から所定のエッチング・ガスの供給を受けるプラズマ・チャンバ43内に、ウェハWを載置するための下部電極であるステージ49が配され、該プラズマ・チャンバ43の上蓋を兼ねる上部電極41と、これに対向する該ステージ49との間にRF電界を印加してプラズマPを発生させる装置である。上記RF電界は、ステージ49の脚部にブロッキング・コンデンサ55を介して接続されるRF電源56により印加される。プラズマ・チャンバ43と上部電極41との間、およびプラズマ・チャンバ43とステージ49との間は、各々介在される絶縁部材45、48により絶縁されている。また、上部電極41とプラズマ・チャンバ43の外壁側には各々ヒータ42、44が設けられ、プラズマ・チャンバ43内で発生した堆積物の付着を防止するようになされている。

【0008】上記ステージ49は、低温エッチングに対応するべく、その内部に冷媒流路51を有しており、この冷媒流路51へ往管50を通じて矢印M<sub>1</sub>方向に供給した冷媒を、復管52を通じて矢印M<sub>2</sub>方向に回収し、さらにこの冷媒を図示されないチラーを介して循環させるようになっている。また、ステージ49のウェハ設置面には静電チャック54が配されており、ウェハWを該ステージ49上に密着保持することで上記冷媒による冷却効率を高める設計となっている。

【0009】また、ウェハWとステージ49との間の微小空間（図4では説明の都合上、極めて大きく描かれている。）には温調ガスが充填され、さらに冷却効率を高めるようになっている。この温調ガスは、たとえば、温調ガス供給管53から矢印N方向に供給され、静電チャック54の中心に開口する細孔から放出され、ここから該静電チャック54表面に刻まれた溝部を同心円状および放射状の溝部に沿ってウェハW周縁部へ向けて矢印O方向に流れた後、排気孔47から排気される。あるいは、静電チャック54のウェハ設置面の全面にわたって多数の微小なオリフィスが開口され、ここから温調ガスが放出されるタイプの市販装置も知られている。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】ところで、ドライエッチング中のウェハWの温度は、特に低温エッチングを想定した場合でなくとも、化学反応熱やプラズマ放射熱による基板の昇温を考慮して、エッチング・マスクとして多用されるフォトリジストの耐熱温度よりも大幅に低く

設定されるのが普通である。

【0011】しかし、ウェハWの温度が上述のように制御されている場合、エッチング中のウェハWはプラズマからの放射熱R<sub>P</sub>を受けると共に、ウェハWよりも高温に加熱されたプラズマ・チャンバ壁からの放射熱R<sub>C</sub>も受ける。ここで、プラズマPからの放射熱R<sub>P</sub>の影響は、該プラズマPがウェハWと対面して全面的にこれを照射している以上、全面に均一に及ぶと考えられるが、プラズマ・チャンバ壁からの放射熱R<sub>C</sub>の影響は該チャンバ壁からの距離に応じてウェハW上で変化する。すなわち、プラズマ・チャンバ43の内壁面からの放射熱R<sub>C</sub>は、ウェハWの中心部よりも周縁部の方に大きな影響を与える。

【0012】しかも近年では、半導体製造プロセスの複雑化に応じて、それぞれ異なる工程を担当する数個の処理チャンバを真空搬送系統で接続することにより、基板を途中で大気開放することなく一連の加工を可能とするマルチチャンバ型の半導体製造装置が多用されるようになっている。この形式の装置では、装置本体の大型化を防止するために個々の処理チャンバがコンパクト化される傾向にあるが、このことによりプラズマ・チャンバの内壁面と基板との距離がますます接近し、上述のようなプラズマ・チャンバ壁からの放射熱の影響が深刻化することは避けられない。

【0013】かかる理由から従来は、図5に示されるように、たとえステージ温度を均一化しても、ウェハWの表面温度は中心から周縁部へ向けて高くなっており、このことが周縁部におけるエッチング速度を増大させる原因となっていた。そこで本発明は、基板の大口径化、低温エッチングの導入、チャンバのコンパクト化等、基板表面の温度分布を不均一化する様々な要因に起因する基板の表面温度分布の不均一性を解消し、基板の全面にわたってドライエッチング等のプラズマ処理を均一に行う方法、およびそのためのプラズマ装置を提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明は上述の目的を達成するために提案されるものである。まず、本発明のプラズマ処理方法は、プラズマ・チャンバ内の不均一な放射熱の存在下で、該プラズマ・チャンバ内に保持される基板に対して所定のプラズマ処理を行う方法であって、前記基板を保持するステージの面内温度分布を前記放射熱の不均一性を相殺するごとく不均一化することにより、該基板の表面温度分布を均一化するものである。

【0015】ここで、前記ステージの不均一な面内温度分布は、該ステージ内に複数系統を介して制御温度の異なる冷媒および/または温媒を供給することにより付与することができる。

【0016】あるいは、前記ステージの不均一な面内温度分布は、該ステージの表面と前記基板の裏面との間の

微小空間に複数系統を介して制御圧力の異なる温調ガスを供給することにより付与することもできる。この場合は、冷媒および／または温媒の供給系統が複数であっても構わないが、単一であっても良い。このような温調ガスによる温度制御は、ステージの中心部と周縁部とで熱伝達効率を変化させることが目的であるから、熱容量の異なる複数種類の温調ガスを用いることも原理的には可能である。しかし、単一種類の温調ガスの供給系統を複数設けて各系統の流速を制御する方が、制御性、経済性共に優れている。

【0017】なお、上記温調ガスとしては基本的にはドライエッチングに影響を及ぼさないガスが用いられ、He、Ar等の希ガスの他、エッチング・ガスと組成の少なくとも一部を同じくするガスを用いることができる。また、エッチングに関与しない限りにおいて、N<sub>2</sub>等の不活性ガスも適宜選択して用いることができる。

【0018】ところで、前記輻射熱の不均一性は前記プラズマ・チャンバの内壁面温度が前記基板の表面温度よりも高いことに起因することが多い。このような場合には、前記ステージに対してその中心部よりも周縁部の温度を下げた面内温度分布を付与することにより、前記基板の表面温度の均一化を図ることができる。この手法は、特に前記プラズマ処理としてドライエッチングを行う場合に好適である。

【0019】具体的には、ステージの周縁部に供給する冷媒の制御温度を中心部に供給する冷媒の制御温度よりも下げることでこれを達成する。あるいは、ステージの周縁部に供給する温調ガスの制御圧力を中心部に供給する温調ガスの制御圧力よりも高めれば、たとえステージ全面にわたって均一な温度の冷媒および／または温媒が供給されている場合でも、周縁部における熱交換を促進してこの部分を低温化することができる。

【0020】なお、基板の表面温度の均一化は、CVDや表面改質といった他のプラズマ処理についても有効な考え方である。特にCVDを行う場合には、上述のように昇温が予想される領域を余計に冷却するのではなく、逆に昇温の足りない領域（すなわち基板の中心部）を余計に昇温することにより、結果的に基板の表面温度を均一化しても良い。そのためには、ステージの中心部に供給する冷媒および／または温媒の制御温度を相対的に高めたり、あるいは中心部に供給する温調ガスの制御圧力を相対的に下げることができる。

【0021】一方、本発明のプラズマ装置は、壁部に加熱手段を有し、内部でプラズマを発生させるためのプラズマ・チャンバと、前記プラズマ・チャンバ内で基板を保持するステージと、前記ステージの面内温度分布を不均一化させる温度不均一化手段とを備えるものである。

【0022】ここで、前記温度不均一化手段は、前記ステージ内に制御温度の異なる冷媒および／または温媒を供給するための複数の伝熱媒体供給系統を含むものとす

ることができる。

【0023】あるいは、前記温度不均一化手段は、前記ステージの表面と前記基板の裏面との間の微小空間に制御圧力の異なるガスを供給するための複数のガス供給系統を含むものであっても良い。

【0024】

【作用】本発明では、プラズマ・チャンバ内に予め存在する不均一な輻射熱の分布を考慮し、基板を保持するステージにこの不均一性を相殺するような不均一な面内温度分布を与えるので、結果的に基板の表面温度がその面内にわたって均一化され、基板上で進行するプラズマ処理の面内均一性を高めることができる。特に、プラズマ処理としてドライエッチングを行う場合は、プラズマ・チャンバの内壁面からの輻射熱の影響による基板周縁部の昇温を抑えることにより、化学反応速度や堆積物の堆積速度を面内で均一化することができる。したがって、堆積物付着を目的とする壁面加熱型のプラズマ・チャンバ内において従来問題となっていた基板周縁部でのエッチング増速を防止し、均一で再現性の高いドライエッチングを行うことが可能となる。

【0025】

【実施例】以下、本発明の具体的な実施例について説明する。

【0026】実施例1

本実施例では、ひとつのステージに対して2系統の冷媒供給系統を設けた平行平板型R I E装置について、図1を参照しながら説明する。ここで、(a)図はその概略断面図、(b)図はステージのX-X線断面図である。

【0027】この装置は、プラズマ・チャンバ3の上蓋を兼ねる上部電極1と、これに平行に対面することく該プラズマ・チャンバ3内に下部電極として配置されるステージ9との間にRF電界を印加し、プラズマPを発生させるものである。上記プラズマ・チャンバ3は、その内部が排気孔7を通じて矢印A方向に高真空排気される一方で、エッチング・ガス供給管6を通じて矢印B方向から所定のエッチング・ガスの供給を受け、所定圧力に制御されている。プラズマ・チャンバ3と上部電極1との間、およびプラズマ・チャンバ3とステージ9との間は、各々介在される絶縁部材5、8により絶縁されている。また、上部電極1とプラズマ・チャンバ3の外壁側には各々ヒータ2、4が設けられ、プラズマ・チャンバ3内で発生した堆積物の付着を防止するようになされている。また、上記RF電界は、ステージ9の脚部にブロッキング・コンデンサ18を介して接続されるRF電源19により印加される。

【0028】上記ステージ9は、低温エッチングに対応するべく、その内部に2系統の冷媒流路11、14を有している。これらの冷媒流路11、14は、(b)図の断面図に示されるように同心円状に配されており、プラズマ・チャンバ3の外部に設置される図示されないチラ

7

一からそれぞれ制御温度の異なる冷媒の供給を受けて、ステージ9に不均一な面内温度分布を付与するようになされている。ここでは、往管10を通じて矢印C<sub>1</sub>方向に供給された低温冷媒が冷媒流路11を循環した後に復管52を通じて矢印C<sub>2</sub>方向に回収され、また往管13を通じて矢印D<sub>1</sub>方向に供給された高温冷媒が冷媒流路14を循環した後に復管15を通じて矢印D<sub>2</sub>方向に回収されるようにした。

【0029】また、ステージ9のウェハ設置面には静電チャック17が配されており、ウェハWを該ステージ9上に密着保持することで上記冷媒による冷却効率を高める設計となっている。また、ウェハWとステージ9との間の微小空間（図1では説明の都合上、誇張してある。）には温調ガスが充填され、さらに冷却効率を高めるようになされている。この温調ガスは、たとえば、温調ガス供給管16から矢印E方向に供給され、静電チャック17の中心に開口する細孔から放出され、ここから該静電チャック54表面に刻まれた溝部を同心円状および放射状の溝部に沿ってウェハW周縁部へ向けて矢印F方向に流れた後、排気孔7から排気される。上記装置内\*20

c-C <sub>4</sub> F <sub>8</sub> 流量	30 SCCM
Ar 流量	100 SCCM
CO 流量	100 SCCM
圧力	10 Pa
RFパワー密度（RF電源19）	0.8 W/cm <sup>2</sup> （13.56 MHz）
プラズマ・チャンバ3の内壁面温度	150 °C
冷媒流路11内の冷媒温度（周縁部）	0 °C
冷媒流路14内の冷媒温度（中心部）	5 °C
He供給圧力	1000 Pa

とした。

【0032】この工程で達成されるステージ温度とウェハWの表面温度の関係を、図2に示す。ここでは、プラズマ・チャンバ3の内壁面を150°Cに加熱することによりフルオロカーボン系の堆積物の付着を防止しているが、該内壁面からの輻射熱によるウェハWの周縁部の昇温を防止するために、この部分は冷媒流路11内を循環する低温冷媒により中心部に比べて低温とされている。この低温冷却により壁面からの輻射熱による昇温が相殺され、ウェハWの表面温度が面内にわたって均一化された。このため、上記ドライエッチングは、極めて精度良く均一に行うことができ、この結果オーバーエッチング量も最小限に抑えることができた。

#### 【0033】実施例3

本実施例では、2系統の温調ガス供給系統を設けた平行平板型RIE装置について説明する。ただし、プラズマ・チャンバ3とその関連部材については実施例1と共通なので説明を省略し、ステージと温調ガス供給系統について、図3を参照しながら説明する。（a）図はステージの概略断面図、（b）図はその上面図である。

【0034】このステージ21は、低温エッチングに対※50

8

\*には、ウェハWの全面がほぼ均一に受けるプラズマPからの輻射熱と、ウェハWの周縁部が集中的に受けるプラズマ・チャンバ3の壁面からのヒータ加熱による輻射熱が存在する。しかし、上述のごとく2系統の冷媒供給系統によりステージ9の周縁部が一段と低温化されるようになされているため、ウェハWの周縁部では壁面からの輻射熱の影響がステージ9の周縁部の低温冷却で相殺され、結果的に該ウェハWの表面温度が面内にわたって均一化される。

#### 10 【0030】実施例2

本実施例では、実施例1で上述した平行平板型RIE装置内でc-C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>/Ar/CO混合ガスを用い、SiO<sub>2</sub>層間絶縁膜にコンタクト・ホールを開くためのドライエッチングを行った。なお、冷媒流路11、14に供給する冷媒としてはエタノールを使用し、またウェハWの裏面に向けて供給する温調ガスとしてはHeガスを使用した。

【0031】本実施例のエッチング条件は、一例として、

30※応するべく、その内部に単一系統の冷媒流路23を有している。この冷媒流路23は、図示されないチラーから往管22を通じて矢印G<sub>1</sub>方向に冷媒の供給を受け、復管24を通じて矢印G<sub>2</sub>方向にこれを回収する。また、ステージ21のウェハ設置面には静電チャック30が配されており、ウェハWを該ステージ21上に密着保持することで上記冷媒による冷却効率を高める設計となっている。

40 【0035】さらに、ウェハWとステージ21との間の微小空間（図3では説明の都合上、誇張してある。）には、2系統の温調ガス供給系統を通じて制御圧力の異なる温調ガスが充填されるようになされている。すなわち、静電チャック30のウェハ設置面には多数のオリフィス31a、32aが開口されているが、中心領域31に開口する一群のオリフィス31aは温調ガス供給管25を通じて矢印J方向から供給された温調ガスを放出し、また周縁領域32に開口する一群のオリフィス32aは温調ガス供給管26を通じて矢印H方向から供給された温調ガスを放出するようになされている。各オリフィス31a、32aから放出された温調ガスは、矢印Kで示されるようにウェハWの外周方向へ向かって流れ

る。

【0036】なお、外側の温調ガス供給管26を円環状とする場合には、矢印H方向の温調ガス供給は適当な1ヶ所から行えば良い。また、多数のオリフィスを開口する代わりに、静電チャック30本体をたとえば多孔質セラミクスを用いて構成し、温調ガスをその細孔から放出させるようにしても良い。ただしこの場合は、たとえば中心領域31と周縁領域32とを各々独立のセラミクス・ブロックで構成し、両ブロック間に適当なバリヤを介在させることにより、2系統の温調ガス供給系統を流れるガスを互いに混合させない等の工夫が必要である。

【0037】ここで、温調ガス供給管25、26に供給する温調ガスの制御圧力を互いに異ならしめる方法としては、個々の温調ガス供給源から温調ガス供給管25、26へ至る流路を完全に独立化する方法、あるいは共通の温調ガス供給源から適当に分岐させた流路を温調ガス供給管25、26へそれぞれ接続する方法等が考えられる。図3に示した温調ガス供給系統は、後者の方法にもとづくものである。すなわち、温調ガス・ポンプ29から供給される温調ガスは、流路の途中に並列に接続される設定値の異なる圧力計27、28によりそれぞれ所定の圧力に制御された後、各々温調ガス供給管25、26\*

c-C <sub>4</sub> F <sub>8</sub> 流量	30 SCCM
Ar 流量	100 SCCM
CO 流量	100 SCCM
圧力	10 Pa
RFパワー密度 (RF電源19)	0.8 W/cm <sup>2</sup> (13.56 MHz)
プラズマ・チャンバ3の内壁面温度	150 °C
中心領域31のHe供給圧力	500 Pa
周縁領域32のHe供給圧力	1000 Pa
冷媒流路23内の冷媒温度	0 °C

とした。

【0041】本実施例においても、オーバーエッチング量を最小限に抑えながら、極めて高精度で再現性に優れたドライエッチングを行うことができた。

【0042】以上、本発明を4例の実施例にもとづいて説明したが、本発明はこれらの実施例に何ら限定されるものではない。たとえば、上述の実施例ではドライエッチング装置の形式として平行平板型RIE装置を取り上げたが、これがマグネトロンRIE装置、有磁場マイクロ波プラズマ・エッチング装置、ヘリコン波プラズマ・エッチング装置、あるいは誘導結合プラズマ・エッチング装置であっても構わない。その他、ドライエッチング装置の構成の細部、ドライエッチング条件、被エッチング層の種類、冷媒の種類、温調ガスの種類についても、適宜変更が可能である。

【0043】

【発明の効果】以上の説明からも明かなように、本発明を適用すれば、たとえば堆積物の付着を抑制するためにプラズマ・チャンバの内壁面を加熱しながら低温エッチ※50

\*へ導入される。上記圧力計27、28としては、容量型マノメータを用いた。本実施例では、外側の温調ガス供給管26における制御圧力を相対的に高く設定した。

【0038】かかるステージ21を配した平行平板型RIE装置においては、周縁領域32における温調ガスの制御圧力が大とされることにより、この領域における温調ガスの流速が増大され、熱交換が促進される。したがって、該ステージ21上に保持されるウェハWにおいては、その周縁部へ及ぼされる過剰な輻射熱の影響が熱交換の促進による低温冷却効果で相殺され、結果的に該ウェハWの表面温度が面内にわたって均一化される。

【0039】実施例4

本実施例では、実施例3で上述した平行平板型RIE装置内でc-C<sub>4</sub> F<sub>8</sub> / Ar / CO混合ガスを用い、SiO<sub>2</sub>層間絶縁膜にコンタクト・ホールを開くためのドライエッチングを行った。なお、温調ガス供給管25、26に供給する温調ガスとしてはHeガスを使用し、冷媒流路23に供給する冷媒としてはエタノールを使用した。

【0040】本実施例のエッチング条件は、一例として、

※エッチングを行う場合であっても、高度な均一性と再現性を達成することが可能となる。このことは換言すれば、基板とプラズマ・チャンバ内壁面との温度差を大きく設定できることを意味し、パーティクル管理の自由度やプロセス・マージンを拡大することにつながる。本発明は、プラズマ処理の高精度化を通じて半導体デバイスの微細化、高集積化、高信頼化、製造歩留まり向上に大きく貢献するものである。

40 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用した平行平板型RIE装置の一構成例を示す図であり、(a)図は概略断面図、(b)図はそのステージ部分のX-X線断面図である。

【図2】本発明のステージとウェハの表面における温度分布を示すグラフである。

【図3】本発明を適用した他の平行平板型RIE装置のステージおよび温調ガス供給系統の構成例を示す図であり、(a)図は概略断面図、(b)図は上面図である。

【図4】従来の平行平板型RIE装置の構成例を示す概略断面図である。

11

12

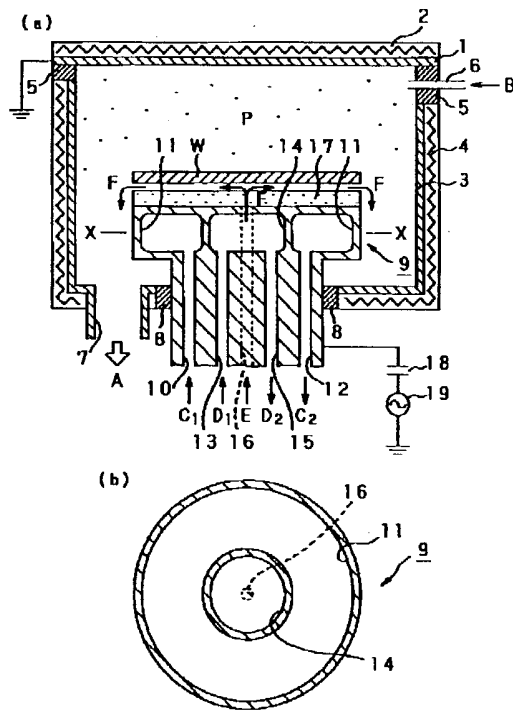
【図5】従来のステージとウェハの表面における温度分布を示すグラフである。

【符号の説明】

- 1 上部電極  
3 プラズマ・チャンバ  
6 エッチング・ガス供給管  
9 ステージ  
11, 14, 23 冷媒流路  
16, 25, 26 温調ガス供給管

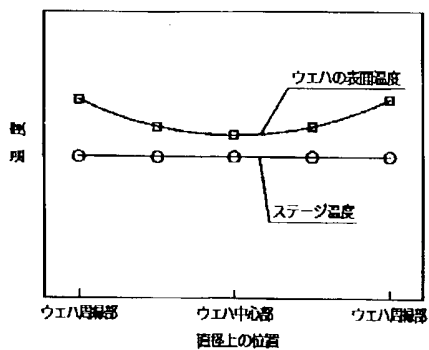
- 17, 30 静電チャック  
27, 28 圧力計  
29 温調ガス・ポンペ  
31 (静電チャック30の)中心領域  
32 (静電チャック30の)周縁領域  
31a, 32a オリフィス  
P プラズマ  
W ウェハ

【図1】



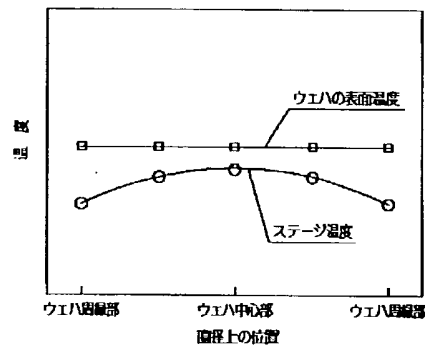
本発明を適用した平行平板型RIE装置(実施例1)

【図5】



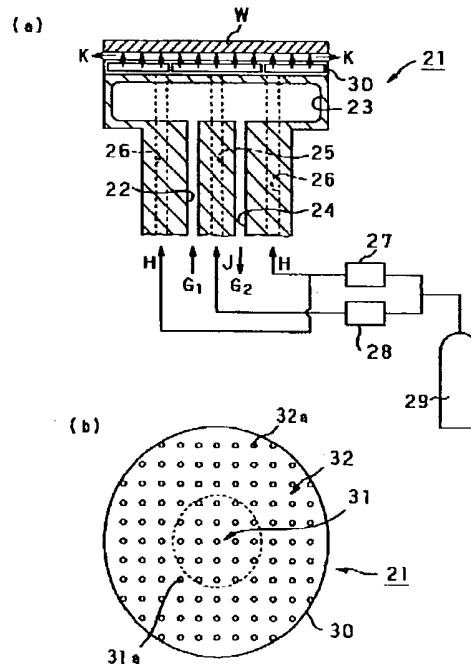
従来のステージとウェハの表面における温度分布

【図2】



本発明のステージとウェハの表面における温度分布

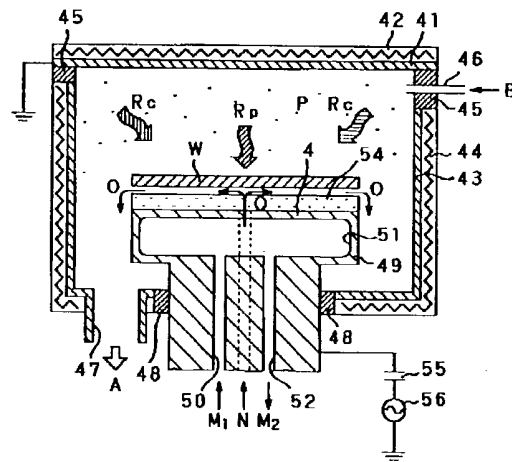
【図3】



本発明を適用した平行平板型RIE装置のステージ部分(実施例3)



【図4】



従来の平行平板型RIE装置